

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 37 03 564 A1

⑳ Aktenzeichen: P 37 03 564.9
㉑ Anmeldetag: 6. 2. 87
㉒ Offenlegungstag: 20. 8. 87

㉓ Int. Cl. 4:
D 21 F 1/36
D 21 F 7/00
B 29 C 67/14
// (B21B 27/02,
B29L 31:32)

Behördeneigentlich

DE 37 03 564 A1

㉔ Unionspriorität: ㉕ ㉖ ㉗
13.02.86 FI 860670

㉘ Anmelder:
Valmet Oy, Helsinki, FI

㉙ Vertreter:
Lorenz, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 7920 Heidenheim

㉚ Erfinder:
Lindroos, Kaj, Dipl.-Ing.; Tökönen, Mauno,
Jyväskylä, FI

㉛ Streckwalze oder ähnliche Walze für Papiermaschinentücher sowie ein Verfahren zur Herstellung der Walze

In der Mitte gestützte Streckwalze (10) für Papiermaschi-
nensiebe oder -filze. Die Walze (10) besteht aus einem aus
Metall bestehenden Innenrohr (12) und einem auf dieses mit
Hilfe eines Zwischenstückes (11) aufgebrachten Außenrohr
(13a, 13b), wobei das Zwischenstück (11) zur quer durch die
Walze (10) gelegten Mittelebene (K-K) im wesentlichen
symmetrisch ist. Das Innenrohr (12) und das Außenrohr (13a,
13b) sind in nicht durchgebogenem Zustand der Walze (10)
untereinander coaxial und zwischen den Rohrteilen zu bei-
den Seiten des Zwischenstückes (11) befinden sich ringarti-
ge Zwischenräume (14a, 14b), die derart bemessen sind, daß
sie ein durch die Wirkung der Spannkraft des über
genannte Walze (10) laufend anzuordnenden Tuches erfol-
gendes Durchbiegen des Innenrohres (12) und des Außen-
rohres (13a, 13b) untereinander in verschiedenen Richtun-
gen zulassen. An den Außenenden des Innenrohres (12) kön-
nen Stirnseiten (16a, 16b) und an diesen Wellenzapfen (17a,
17b) befestigt werden, über welche sich die Walze (10)
drehbar lagern läßt. Der Doppelmantel der Walze (10) und
dessen Zwischenstück (11) setzen sich aus einem aus Metall,
zweckmäßig aus Stahl, bestehenden Innenrohr (12) und ei-
nem aus faserverstärktem Kunststoff bestehenden Außen-
rohr (13a, 13b) und Zwischenstück (11) zusammen. Das Zwi-
schenstück ist zusammen mit dem Außenrohr (13a, 13b) ein
nahtloses Teil aus faserverstärktem Kunststoff, das auf den
Mittelteil des Innenrohres (12) aufgebracht ist.

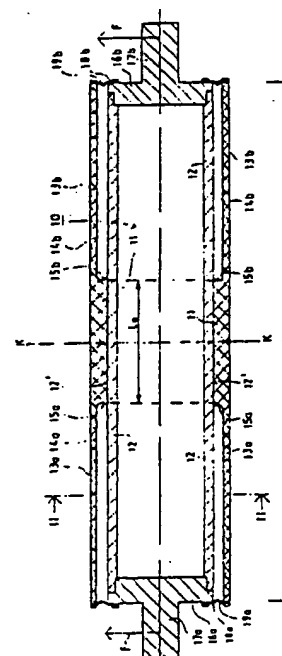


FIG.1

DE 37 03 564 A1

Patentansprüche

1. In Außenmantelmitte gestützte Streckwalze oder ähnliche Walze für Papiermaschinentücher, wie z. B. Sieb oder Filz, bestehend aus einem aus Metall bestehenden Innenrohr (12) und einem auf dieses mit Hilfe eines Zwischenstückes (11) aufgebrachten Außenrohr (13a, 13b), wobei das Zwischenstück (11) zur quer durch die Walze (10) gelegten Mittelebene (K-K) im wesentlichen symmetrisch ist und das Innenrohr (12) und das Außenrohr (13a, 13b) in nicht durchgebogenem Zustand der Walze (10) untereinander koaxial sind und sich zwischen den Rohrteilen zu beiden Seiten des Zwischenstückes (11) ringartige Zwischenräume (14a, 14b) befinden, die derart bemessen sind, daß sie ein durch die Wirkung der Spannkraft der über genannte Walze (10) laufend anzuordnenden Tuches erfolgreiches Durchbiegen des Innenrohres (12) und des Außenrohres (13a, 13b) untereinander in verschiedenen Richtungen zulassen, und an den Außenenden des Innenrohres (12) Stirnseiten (16a, 16b) und an diesen Wellenzapfen (17a, 17b) befestigt werden können, über welche sich die Walze (10) drehbar lagern läßt, dadurch gekennzeichnet, daß der Doppelmantel genannter Walze (10) und dessen Zwischenstück (11) aus einem aus Metall, zweckmäßig aus Stahl, bestehenden Innenrohr (12) und einem aus faserverstärktem Kunststoff bestehenden Außenrohr (13a, 13b) und Zwischenstück (11) zusammengesetzt, das zusammen mit dem Außenrohr (13a, 13b) ein nahtloses Teil aus faserverstärktem Kunststoff ist, das auf den Mittelteil des Innenrohres (12) aufgebracht ist.
2. Streckwalze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Innenrohr hauptsächlich ein absatzloses, zweckmäßig aus einer Platte hergestelltes Stahlrohr (12) konstanter Wandstärke verwendet wird.
3. Streckwalze nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte aus faserverstärktem Kunststoff bestehende Zwischenstück (11) direkt und unmittelbar mit der, zweckmäßig aufgerauhten, Außenfläche (12') des Mittelteils des genannten Innenrohres (12) verbunden ist.
4. Streckwalze nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenrohr (13a, 13b) der Streckwalze (10) mit seinem Zwischenstück (11) aus glasfaserverstärktem Kunststoff oder ähnlichem Material hergestellt ist und daß als Harz Epoxyd oder dergleichen verwendet wird.
5. Streckwalze nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Walzenlänge L zur Länge des Zwischenstückes L_0 $L/L_0 = 6,5 \dots 8,0$, zweckmäßig $L/L_0 = 7,0 \dots 7,5$ ist.
6. Streckwalze nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnseiten (15a, 15b) des genannten Zwischenstückes (11), an denen die Außenfläche des Innenrohres (12) mit der Innenfläche des Außenrohres (13a, 13b) verbunden ist, abgerundet oder konkav sind.
7. Verfahren zur Herstellung einer Streckwalze oder ähnlichen Walze nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren aus folgenden Phasen besteht:

a) auf dem aus Metall bestehenden Innenrohr

(12) werden Zwischenstücke (21a, 21b) angebracht oder angefertigt, die den Maßen und Formen der Zwischenräume (14a, 14b) der Innen- und Außenrohre (12; 13a, 13b) der herzustellenden Walze (10) entsprechen, und b) zwischen den inneren Enden der genannten Zwischenkernstücke (21a, 21b) wird das Zwischenstück (11) aufgebaut, wobei sich dieses direkt an die Außenfläche (12') des Innenrohres (12) heftet und im selben Zusammenhang oder danach werden auf den genannten Zwischenkernstücken (21a, 21b) und dem Zwischenstück (11) die Außenrohrstücke (13a, 13b) angefertigt.

8. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Zwischenstück (11) und das Außenrohr (13a, 13b), indem das Innenrohr (12) und die genannten Zwischenkernstücke (21a, 21b) als Innenform benutzt werden, durch Laminieren oder Drehen des genannten Innenrohres (12) um seine Mittelachse hergestellt werden (Fig. 3).
9. Verfahren nach Anspruch 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die genannten Zwischenkernstücke (21a, 21b) oder andere ähnliche Füllungen durch Aufwickeln eines Bandes oder Herumbiegen einer Platte um das Innenrohr (12) hergestellt sind.
10. Verfahren nach Anspruch 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die genannten Zwischenkernstücke (21a, 21b) oder andere ähnliche Füllungen nach dem Aushärten des aus faserverstärktem Kunststoff bestehenden Teils der Walze (10) mit einem Lösungsmittel und/oder mechanisch entfernt werden.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine in Außenmantelmitte gestützte Streckwalze oder ähnliche Walze für Papiermaschinentücher, wie z. B. Sieb oder Filz, bestehend aus einem aus Metall bestehenden Innenrohr und einem auf dieses mit Hilfe eines Zwischenstückes aufgebrachten Außenrohr, wobei das Zwischenstück zur quer durch die Walze gelegten Mittelebene im wesentlichen symmetrisch ist und das Innenrohr und das Außenrohr in nicht durchgebogenem Zustand der Walze untereinander koaxial sind und sich zwischen den Rohrteilen zu beiden Seiten des Zwischenstückes ringartige Zwischenräume befinden, die derart bemessen sind, daß sie ein durch die Wirkung der Spannkraft des über genannte Walze laufend anzuordnenden Tuches erfolgreiches Durchbiegen des Innenrohres und des Außenrohres untereinander in verschiedenen Richtungen zulassen, und an den Außenenden des Innenrohres Stirnseiten und an diesen Wellenzapfen befestigt werden können, über welche sich die Walze drehbar lagern läßt.

Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Streckwalze.

In Papiermaschinen werden in an sich bekannter Weise, z. B. als Tuchstreckwalzen, Siebbrustwalzen, Zugwalzen oder Umlenkwalzen, in der Mitte gestützte Walzen verwendet, die sich aus einem kreiszylinderförmigen Innenrohr aus Stahl und einem darauf koaxial, z. B. mit Schrumpfsitz, befestigten Außenrohr aus Stahl zusammensetzen, welche Rohre bezüglich der Mittelachse der Walze symmetrisch miteinander verbunden sind. An den Enden des genannten Innenrohres befinden sich Endflansche und an diesen befestigte Wellenzapfen.

Zwischen dem Innen- und dem Außenmantel genannter Walze wird in deren Mittelbereich eine Schrumpfsitzverbindung verwendet. Die Herstellung dieser Verbindung und anderer ähnlicher Schrumpfsitzverbindungen hat sich als schwierig und teuer erwiesen. Außerdem haben die genannten Schrumpfsitzverbindungen den Nachteil, daß das Innenrohr dazu neigt, im Randzonenbereich der Verbindung zu brechen. Dies wird zum großen Teil durch Schwingungsverschleiß und Ermüdungsbruch verursacht, der von den Randzonen genannter Schrumpfsitzverbindungen ausgeht. Die Herstellung des genannten Schrumpfsitzes ist insbesondere deshalb teuer, weil die schwer zugängliche Innenfläche des Außenrohres auf äußerst genaue Maße bearbeitet werden muß.

Die bekannten, im vorstehenden beschriebenen, aus Metall hergestellten Streckwalzen haben auch den Nachteil, daß die Walzen sehr schwer werden, was u. a. nachteilige Durchbiegung verursacht, und daß der Streckeffekt der Walzen zu wünschen übrig läßt. Beim Cantilevern dieser schweren Walzen gibt es oft Probleme, wenn diese Walzen bei Modernisierungen in alte Papiermaschinen einzubauen sind.

Eine typische bekannte, aus Stahl und mit Schrumpfsitz hergestellte Streckwalze hat eine Länge von $L = 9450$ mm bei einem Außendurchmesser von $Du = 1010$ mm, womit das Gewicht des Doppelmantels der Walze eine Größe von ca. 13 000 kg erreicht.

Zum Stand der die Erfindung betreffenden Technik sei noch festgestellt, daß z. B. aus glasfaserverstärktem Kunststoff hergestellte Papiermaschinenwalzen z. B. als Siebleitwalzen bekannt sind. Die GFK-Beschichtung wird jedoch einzig und allein als Korrosionsschutz und nicht als konstruktiver Teil der Walze verwendet.

Die Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die im vorstehenden erwähnten Nachteile zu vermeiden und eine Walze zu schaffen, die leichter und elastischer als bisher ist und damit einen besseren Streckeffekt hat.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine betreffende Walze zu schaffen, die in der Mitte gestützt und weniger korrosionsanfällig ist als die bisher bekannten, entweder ganz oder teilweise aus Metall hergestellten Walzen.

Außerdem hat die Erfindung zur Aufgabe, eine in der Mitte gestützte Walze zu schaffen, die gegen Schwingungsverschleiß und Ermüdungsbruch widerstandsfähiger als bisher ist.

Eine zusätzliche Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine in der Mitte gestützte Walze zu schaffen, mit der durch den Einsatz neuer Fertigungstechnologie die Nachteile einer Walze in Stahlkonstruktion beseitigt werden und eine Walzenkonstruktion geschaffen wird, die sowohl in den Material- als auch Fertigungskosten günstiger als bisher ist.

Eine weitere zusätzliche Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung einer Walze, bei der keine gesonderte Beschichtung nötig ist.

Zur Erreichung der im vorstehenden genannten und weiter unten deutlich werdenden Ziele ist für die in der Mitte gestützte Streckwalze der Erfindung im wesentlichen charakteristisch, daß der Doppelmantel genannter Walze und dessen Zwischenstück aus einem aus Metall, zweckmäßig aus Stahl, bestehenden Innenrohr und einem aus faserverstärktem Kunststoff bestehenden Außenrohr und Zwischenstück zusammensetzt, das zusammen mit dem Außenrohr ein nahtloses Teil aus faserverstärktem Kunststoff ist, das auf den Mittelteil des Innen-

rohres aufgebracht ist.

Für das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung der betreffenden Streckwalze ist im wesentlichen charakteristisch, daß das Verfahren aus folgenden Phasen besteht:

a) auf dem aus Metall bestehenden Innenrohr werden Zwischenstücke angebracht oder angefertigt, die den Maßen und Formen der Zwischenräume der Innen- und Außenrohre der herzustellenden Walze entsprechen, und

b) zwischen den inneren Enden der genannten Zwischenkernstücke wird das Zwischenstück aufgebaut, wobei sich dieses direkt an die Außenfläche des Innenrohres heftet und im selben Zusammenhang oder danach werden auf den genannten Zwischenkernstücken und dem Zwischenstück die Außenrohrstücke angefertigt.

Erfindungsgemäß wird eine Walze geschaffen, bei der die früher an den ganz aus Metall bestehenden Walzen aufgetretenen Innenrohrbrüche vermeidbar sind, weil sich an dem aus Stahl bestehenden Innenrohr keine eigentlichen Absätze befinden und keine Möglichkeiten der Entstehung von Fretting vorhanden sind.

Bei Verwendung der erfindungsgemäßen Walzenkonstruktion kann das Walzengewicht gegenüber den früheren ganz aus Metall bestehenden Walzen um ca. 50% verringert werden derart, daß das Gewicht der erfindungsgemäßen Streckwalze dem Gewicht derzeitiger Zugwalzen entspricht.

Ein wichtiger Vorteil besteht auch darin, daß bei der Erfindung die Walze keine gesonderte Beschichtung benötigt und die Dicke des faserverstärkten Außenmantels vorteilhaft so groß ausgeführt wird, daß genügend Reserve für erneutes Abschleifen vorhanden ist.

Im folgenden wird die Erfindung unter Hinweis auf einige in den Figuren der beigefügten Zeichnung dargestellte Ausführungsbeispiele, auf deren Einzelheiten die Erfindung jedoch nicht beschränkt ist, ausführlich beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen axialen Mittelschnitt durch eine erfindungsgemäße Streckwalze.

Fig. 2 zeigt den durch Fig. 1 gelegten Schnitt II-II.

Fig. 3 zeigt als Schrägbild eine Vorrichtung, mit der eines der erfindungsgemäßen Verfahren ausgeführt und die erfindungsgemäße Streckwalze hergestellt werden kann.

Die in Fig. 1 gezeigte erfindungsgemäße Streckwalze 10 besteht aus zwei in nicht durchgebogenem Zustand coaxialen Rohrteilen 12 und 13a, 13b, die durch ringartige Zwischenräume 14a, 14b voneinander getrennt sind. Genannte Rohrteile 12 und 13a, 13b sind in der Mitte der Walze 10, d. h. bezüglich der Mittelebene K-K der Walze symmetrisch durch das Zwischenstück 11 miteinander verbunden.

Bei der Streckwalze nach Fig. 1 und 2 besteht das Innenrohr 12 aus einem absatzlosen konstant dicken Stahlrohr, das z. B. aus einer Platte hergestellt ist. Das Innenrohr 12 kann sogar unbearbeitet bleiben bis auf die Befestigungskanten für die Stirnseiten 16a und 16b. Auf das als Körper der Walze 10 dienende Innenrohr 12 wird ein z. B. aus Glasfaser und Epoxyd hergestellter Kunststoff-Außenmantel 13a, 13b und ein — Zwischenstück 11 laminiert, die mit dem Verfahren der Erfindung zu einem gemeinsamen homogenen und nahtlosen faserverstärkten Kunststoffteil gefertigt werden. Das Innenrohr 12 wird bei der Herstellung des faserverstärk-

ten Kunststoffteils, z. B. beim Laminieren, als Form verwendet derart, daß man den Kunststoff sich bezüglich der Mittelebene *K-K* der Walze 10 symmetrisch direkt an die aufgerauhte, z. B. sandgestrahlte Stahlfläche 12' heften läßt. Die Zwischenräume 14a, 14b zwischen Innenrohr 12 und Außenrohr 13a, 13b werden mit Hilfe von auf das Innenrohr 12 aufgebrachten Zwischenkernstücken (in Fig. 3 Teile 21a und 21b) hergestellt. Genannte Zwischenkernstücke oder Füllungen werden z. B. aus Styropor durch Herumbiegen um das Innenrohr 12 hergestellt derart, daß der aufgerauhte Mittelteil 12' des Rohres 12 frei bleibt. Genannte Kerne können auch aus einem geeigneten Bandmaterial durch Aufwickeln auf das Innenrohr 12 angefertigt werden. Die Kerne werden entweder mit Lösungsmittel oder mechanisch nach Aushärten des faserverstärkten Kunststoffteils 11, 13a und 13b entfernt.

Das aus faserverstärktem Kunststoff bestehende Außenrohr 13a, 13b wird in der Wandstärke so dick ausgeführt, z. B. $D_1 - D_2 = 10 - 15$ mm, daß dieser Teil gleichzeitig die Beschichtung der Walze ersetzt und genügend Reserve für erneutes Abschleifen vorhanden ist.

An beiden Stirnseiten des Innenrohres 12 sind z. B. mit Schraubenverbindung 18a, 18b Stirnflansche 16a, 16b befestigt, an denen sich Wellenzapfen 17a, 17b befinden, an denen die Walze 10 gelagert werden kann. Die Zwischenräume 14a, 14b sind mit Stirnringen 19a, 19b aus elastischem Material geschlossen derart, daß keine Verunreinigungen in genannte Zwischenräume 14a, 14b dringen.

Wenn über die in Fig. 1 dargestellte Walze 10 ein Papiermaschinentuch, wie z. B. Sieb oder Filz geführt und gespannt wird (entgegengesetzt gerichtete Stützkraft *F* in Fig. 1), biegt sich die Walze 10 derart durch, daß sich ihr Innenrohr (am meisten an den Außenenden) in Richtung der Stützkraft *F* biegt. Die Kräfte werden über das Zwischenstück 11 auf das aus faserverstärktem Kunststoff bestehende Außenrohr 13a, 13b übertragen, welches sich (an den Enden am meisten) in Richtung der Spannkraft und bezüglich der Stützkraft *F* in entgegengesetzter Richtung biegt. Der auf diese Weise gebogene Außenmantel 13a, 13b übt auf das über die Walze 10 geführte Tuch (nicht gezeigt) eine breitreckende und gleichzeitig eine die Längenunterschiede der Mittel- und Randteile der Tuschleife ausgleichende Wirkung aus, was bedeutet, daß mit der Walze 10 in Querrichtung der Tuschleife eine im wesentlichen gleichmäßige Verteilung der Spannschpannung der Tuschleife erzielt wird.

Die Teile 13a und 13b des Außenmantels der in Fig. 1 gezeigten Walze verhalten sich im wesentlichen wie ein gleichmäßig belasteter überstehender Balken. Damit bilden sich als kritische Bereiche des Außenmantels die Vereinigungsbereiche von Innen- und Außenmantel heraus, d. h. die Bereiche der Stirnseiten 15a und 15b des Zwischenstückes 11, deren Formgebung und Verstärkung, z. B. bezüglich der Richtung der Verstärkungsfasern und deren Menge, in dieser Beziehung Aufmerksamkeit geschenkt werden muß.

In Fig. 3 ist schematisch ein Beispiel für eine Vorrichtung gezeigt, mit der die erfindungsgemäße Walze 10 nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt werden kann. Zu der Vorrichtung gehören Lagerböcke 31a, 31b, zwischen denen der Walzen-Rohling 10A, d. h. das Innenrohr 12 mit seinen Stirnseiten 16a, 16b und Wellenzapfen 17a, 17b, drehbar angebracht ist. Zur Vorrichtung 30 gehören Zuführungsvorrichtungen für flüssiges Harz und Verstärkungsfaserbündel oder -gewebe,

bestehend aus einem an einer Führung 33 angebrachten Querbalken 32, an dessen Ende auf der Seite des Walzen-Rohlings 10A sich ein Führungsstück 37 befindet, durch welches das Verstärkungsfaserbündel F_1 oder -gewebe auf den zu fertigenden Walzen-Rohling 10A gewickelt wird. Das Verstärkungsfaserbündel oder -gewebe ist mit Harz getränkt und/oder es wird getrennt auf den Walzen-Rohling 10A und bei Bedarf mit getrennten Vorrichtungen aufgebracht. Durch Verschiebung des Balkens 32 in seiner Führung 33 kann das Führungsteil 37 in Richtung *Y* des Radius des Walzen-Rohlings 10A geregelt werden. Die Führung 33 ist mit einem Schlitten 35 verbunden, der in einer Führung 36 beweglich angebracht ist derart, daß das Führungsteil 37 in Richtung *X* verschoben werden kann, d. h. in Axialrichtung des Walzenrohlings 10A. Am äußeren Ende des Balkens 32 befinden sich Vorrichtungen 34, aus denen das Faserbündel F_0 oder -gewebe zum Führungsteil 37 gespeist wird.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Walze 10 mit der in Fig. 3 gezeigten Vorrichtung 30 und nach dem erfindungsgemäßen Verfahren beginnt derart, daß auf das mit Hilfe der Wellenzapfen 17a, 17b zwischen den Ständern 31a und 31b angebrachte Innenrohr 12 (Durchmesser D_3) ringartige Zwischenkernstücke 21a und 21b aufgebracht werden, die der Form und Größe der Zwischenräume 14a und 14b entsprechen, d. h. deren Innendurchmesser ist D_3 und Außendurchmesser D_2 (Fig. 2). Danach wird der Walzen-Rohling 10A in Drehung versetzt und das Auftragen des Zwischenstückes 11 z. B. bis zum Erreichen des Innendurchmessers D_2 durchgeführt, wonach der Wickel- und Laminierprozeß über die Kernstücke 21a und 21b ausgedehnt wird, um das Außenrohr 13a und 13b zu bilden. Das Wickeln des Verstärkungsfaserbündels F_1 oder -gewebes und die Harzzuführung wird in Richtung *X* traversierend durchgeführt bis der erforderliche Außendurchmesser D_1 des Außenrohres 13a und 13b erreicht ist. Nach dem Aushärten des faserverstärkten Kunststoffes wird die Außenfläche des Außenrohres 13 bei Bedarf bearbeitet.

Beispiel für eine erfindungsgemäße Streckwalze: Die Streckwalze ist aus glasfaserverstärktem Epoxyd hergestellt derart, daß die Walze 10 folgende Maße erhält:

$D_1 = 1000$ mm,
 $L = 9450$ mm,
 $L_0 = 1300$ mm,
 $D_2 = 970$ mm,
 $D_3 = 924$ mm,
 $D_4 = 860$ mm.

Das Gewicht des Doppelmantels der Stahl-GFK-Kombiwalze mit genannten Maßen hat eine Größe von ca. 7200 kg.

Bei Belastung der Walze 10 durch Sieb oder Filz biegen sich die Teile 13a und 13b des Außenrohres bezogen auf die Mittelachse *K-K* symmetrisch im wesentlichen wie ein gleichmäßig belasteter überstehender Balken. Dabei werden die Bereiche der Stirnseiten 15a und 15b des Zwischenstückes 11 kritisch. Genannte Stirnseiten 15a und 15b sind zweckmäßig abgerundet und ab diesen beginnend hat die Wandstärke der Außenrohre 13a und 13b eine konstante Dicke oder sie nimmt z. B. zu den Stirnseiten der Walze 10 hin stufenlos ab.

Die Durchbiegung der Außenrohre 13a und 13b und die Form der Durchbiegungslinie und gleichzeitig die Streckwirkung können ihrerseits durch die Wahl der Länge L_0 des Zwischenstückes beherrscht werden. Das Verhältnis der Länge L des Doppelmantels zur Länge L_0 des Zwischenstückes 11 liegt im allgemeinen im Be-

reich $L/L_0 = 6,5 \dots 8,0$ zweckmäßig im Bereich
 $L/L_0 = 7,0 \dots 7,5$.

Für das Außenrohr 13a, 13b geeignete Kunststoff/
Verstärkungskombinationen sind z. B. Epoxyd/Glasfa-
ser, Polyester/Glasfaser und Epoxyd/Kohlefaser. Für
das Außenrohr wird seitens des Streckeffektes die ef-
fektivste Durchbiegungsform erzielt, indem die Aus-
richtung und/oder Menge der Fasern des Verstärkungs-
materials in den einzelnen Querschnitten des Außenroh-
res 13a, 13b veränderlich ausgeführt wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

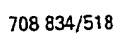
55

60

65

37 03 564
D 21 F 1/36
6. Februar 1987
20. August 1987

FIG. 1



3703564

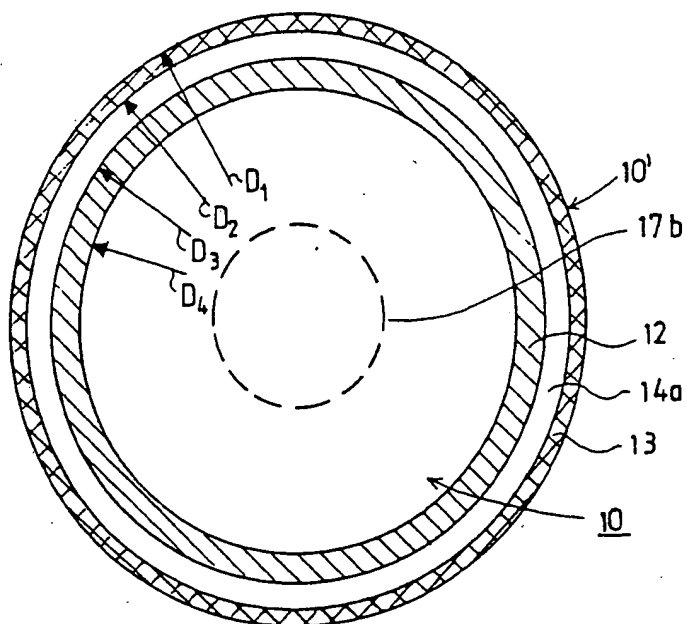


FIG. 2

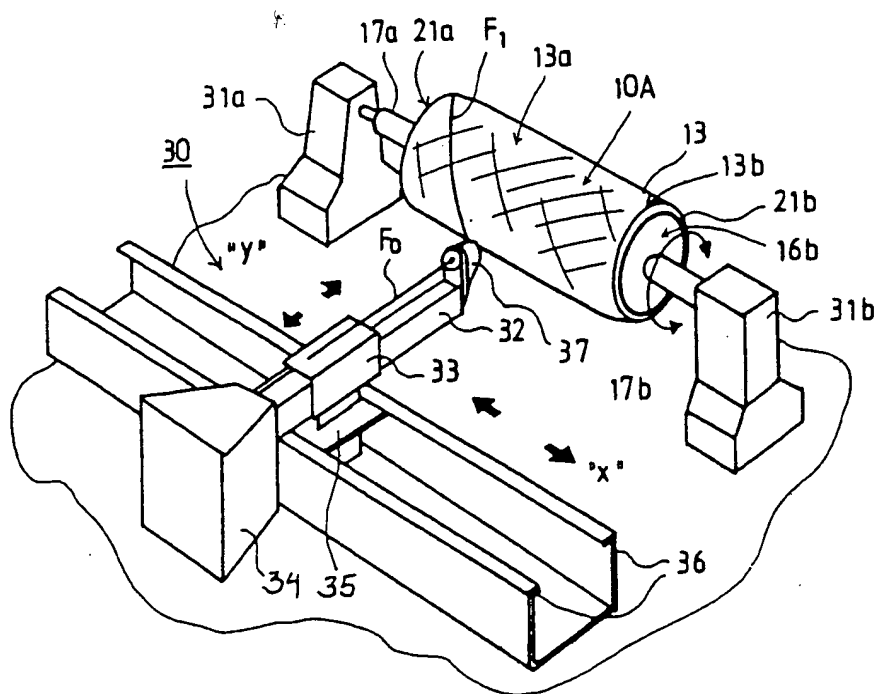


FIG. 3

ORIGINAL INSPECTED